

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ В ОБРАБОТКЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

**Коротченко Р.А., Кошелева А.В.**

*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева г. Владивосток  
korotchenko@po.dvo.ru*

Методы искусственного интеллекта и глубокого обучения все чаще применяются в гидрологии для улучшения обработки и анализа данных [1]. При обработке экспериментальных наблюдений актуальной является задача обнаружения аппаратных сбоев с целью выявления аномалий и отклонений в зарегистрированных данных и восстановления некорректных показаний датчиков, что позволяет обеспечивать целостность наборов гидрологических данных. Используя современные методы машинного обучения, можно добиться повышения качества данных и выполнения надежного анализа полученных наблюдений.

Методы искусственного интеллекта (ИИ), основанные на таких архитектурах глубокого обучения, как сверточные нейронные сети (CNN), рекуррентные нейронные сети (RNN, LSTM), позволяют отражать сложные пространственные и временные закономерности в гидрологических данных и добиваться сокращения размерности при обработке данных в процессе обработки [2].

Точная и надежная регистрация имеет решающее значение для целостности гидрологических наборов данных. Однако аппаратные сбои в системах регистрации могут привести к значительным пробелам в данных и ошибочным измерениям, что ставит под угрозу результаты регистрации и последующий анализ наблюдений.

Обнаружение и коррекция аппаратных сбоев с помощью ИИ основывается на отслеживании ряда параметров в данных, извлечении признаков и обработки построенной модели для выявления отклонений в данных. Преимущества подходов на основе ИИ перед традиционными методами состоит в том, что обнаруженные сбои могут быть скорректированы и спрогнозированы согласно обнаруженным в данных закономерностям.

В качестве практических применений методов глубокого обучения на рис. 1 приведены результаты обработки многосуточных наблюдений датчиков установленной на шельфе термогирлянды. Показан фрагмент, где были обнаружены импульсные сбои и выполнена реставрация данных.

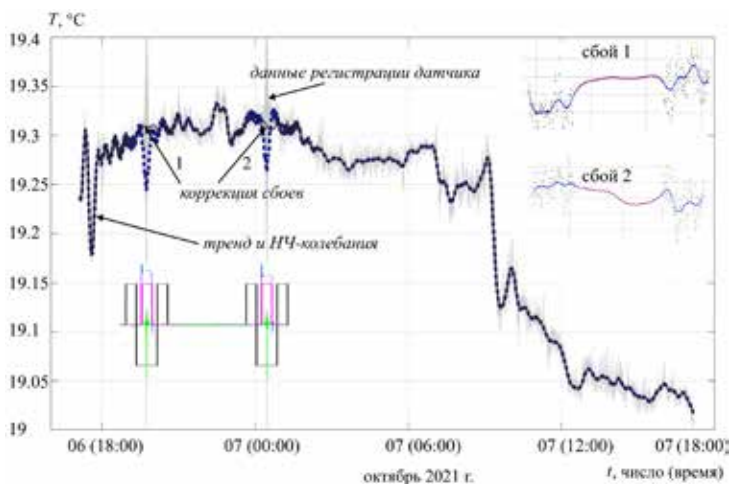


Рис. 1. Обработанные данные термодатчика. Обнаруженные сбои и результаты коррекции

Применение ИИ и методов глубокого обучения способствуют восстановлению данных наблюдений не только при наличии технических сбоев в виде аномальных выбросов, но и в случаях замирания показаний температуры у отдельных датчиков на постоянном уровне.

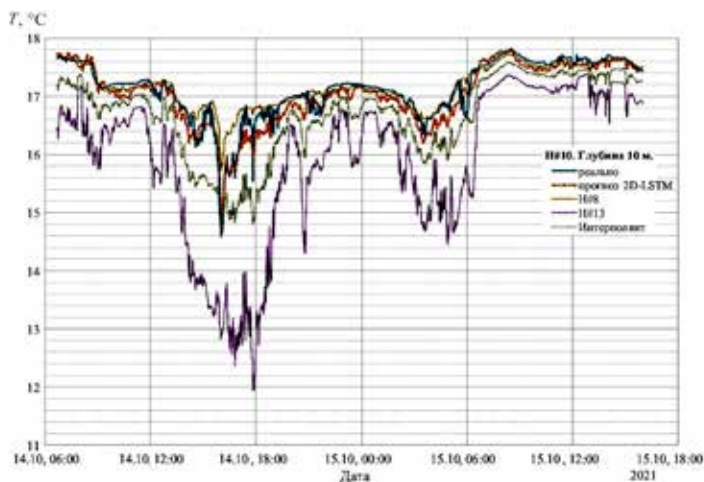


Рис. 2. Результаты температурных наблюдений на глубинах 8, 10 и 13 м. Восстановление проблемных показаний датчика на глубине 10 м с помощью LSTM-нейросети и интерполяции между датчиками на глубинах 8 и 13 м.

На рис. 2 предоставлен результат восстановления данных с помощью прогнозирования нейросетью и методом интерполяции между соседними датчиками, работавшими устойчиво.

Следует отметить, что применение методов искусственного интеллекта и глубокого обучения в обработке гидрологических данных дает ряд преимуществ, включая повышение точности, эффективности и извлечение значимых идей из сложных наборов данных. Эти методы позволяют извлекать ценные сведения из сложных и масштабных гидрологических наборов данных, способствуя лучшей обработке и анализу данных. Несмотря на существующие проблемы, ожидается, что продолжающиеся исследования и прогресс в алгоритмах ИИ и вычислительных ресурсах еще больше повысят эффективность применения ИИ и глубокого обучения в области гидрологии.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме «Изучение фундаментальных основ возникновения, развития, трансформации и взаимодействия гидроакустических, гидрофизических и геофизических полей Мирового океана» (№ гос. регистрации: ААА-А-А20-120021990003-3).

#### Литература

1. Yao J., et al. Establishing a time series trend structure model to mine potential hydrological information from hydrometeorological time series data // *Science of The Total Environment* 2019. 698. 134227.
2. Kratzert F., Herrnegger M., Klotz D., Hochreiter S., Klambauer G. Neural Hydrology- Interpreting LSTMs in Hydrology. In: W. Samek, G. Montavon, A. Vedaldi, L. K. Hansen, K.-R. Müller, ed., *Explainable AI: Interpreting, Explaining and Visualizing Deep Learning*. Bern: Springer, 2019. P. 347-362.